



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 198 32 441 C 1

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 29 C 70/42**  
// B64C 1/00,3/00

⑳ Aktenzeichen: 198 32 441.3-16  
㉔ Anmeldetag: 18. 7. 1998  
㉕ Offenlegungstag: -  
㉖ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 5. 1. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉗ Patentinhaber:

DaimlerChrysler Aerospace Airbus GmbH, 21129  
Hamburg, DE; Deutsches Zentrum für Luft- und  
Raumfahrt e.V., 53175 Bonn, DE

㉘ Erfinder:

Breuer, Ulf, Dr.-Ing., 28879 Grasberg, DE; Müller,  
Jochen, Dipl.-Ing., 28259 Bremen, DE

⑤② Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

Bieling, U.: Serieneinsatz von Faserverbundwerk-  
stoffen im Flugzeugbau-dargestellt am Seitenleit-  
werk des Airbus, VDI Berichte Nr.965.1, S.77-88,  
VDI Verlag Düsseldorf 1992;

Rouchon, J.: Certification of large aircraft compo-  
site structures, recent progress and new trends in  
compliance philosophy, Proceedings 17th JCAS  
Con-  
ference, Stockholm 1990;

⑤④ Verfahren zur Herstellung einer stringerversteiften Schale in Faserverbundbauweise

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Her-  
stellung einer stringerversteiften Schale in Faserverbund-  
bauweise. Mit ihr lassen sich komplex geformte faserver-  
stärkte Kunststoffstrukturen, die aus einer schalenförmigen  
Haut und diese versteifenden Profilen (Stringern) be-  
stehen, umsetzen. Die Anwendung der Erfindung ist prin-  
zipiell bei der Herstellung aller stringerversteiften Scha-  
len in Faserverbundbauweise möglich.

Mit dem Verfahren wird die Verwendung vorgefertigter,  
harter Materialzuschnitte, die zugleich als Formwerkzeug  
für die (exakt an die Krümmung angepaßten) Stringer bei  
der Bauteilfertigung und als tragende Elemente in der fer-  
tigen Struktur dienen, umgesetzt. Die Verwendung von  
komplizierten und kostenintensiven Formwerkzeugen  
wird gänzlich ausgeschlossen. Dabei wird ein uner-  
wünschter Bauteilverzug infolge einer mit dem Material-  
zuschnitt erzwungenen Krümmung vollkommen vermie-  
den.

Das Verfahren wird durch folgende Schritte charak-  
terisiert, wonach auf einer gekrümmten Oberfläche eines  
Schalen-Formwerkzeuges eine ihrer Krümmung ange-  
paßte und oberflächenkonform befindliche faserverstärk-  
te Haut abgelegt wird, danach wenigstens ein vertikal an-  
geordneter faserverstärkter Streifenzuschnitt über die  
Streifenlänge mit einer Schmalseite auf der Haut positio-  
niert wird, dessen aufliegende Schmalseite mit der Haut-  
krümmung übereinstimmt, wobei die Endbereiche des  
Streifenzuschnittes jeweils innerhalb von der Wandung  
eines Hilfsrahmens vertikal ausgenommenen ...

DE 198 32 441 C 1

DE 198 32 441 C 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung einer stringerversteiften Schale in Faserverbundbauweise gemäß dem Anspruch 1. Mit ihr lassen sich komplex geformte faserverstärkte Kunststoffstrukturen, die aus einer schalenförmigen Haut und diese versteifenden Profilen (Stringern) bestehen, umsetzen. Die Anwendung der Erfindung ist prinzipiell bei der Herstellung aller stringerversteiften Schalen in Faserverbundbauweise möglich, wobei sich mit ihr im Flugzeugbau für die Fertigung der Seiten- und Höhenleitwerke und der Flügel besondere technologische Vorteile erzielen lassen.

Es ist bekannt, stringerversteifte Strukturen aus Faserverbundwerkstoffen im Flugzeugbau zu verwenden. Sie werden für Primärstrukturen eines Passagierflugzeuges eingesetzt, deren konsequenter Anwendungsfall der Fachwelt an einem komplett aus Kohlefaser-Verbundwerkstoffen (CFK) hergestellte Seitenleitwerk bekannter Airbus-Produkte geläufig ist. Bieling (Bieling, U.: Serieneinsatz von Faserverbundwerkstoffen im Flugzeugbau – dargestellt am Seitenleitwerk des Airbus; VDI Berichte Nr. 965.1, Seiten 77 bis 88; VDI Verlag Düsseldorf 1992) und daneben (auch) Rouchon (Rouchon, J.: Certification of large aircraft composite structures, recent progress and new trends in compliance philosophy; Proceedings 17th ICAS Conference, Stockholm 1990) vermitteln dazu jeweils in einem Aufsatz entsprechende Eindrücke der Realisierung von bekannten versteiften Strukturen aus Faserverbundwerkstoffen. Einige Betrachtungen von Bieling beziehen sich dabei auf die Fertigung von versteifenden Innenstrukturen hochintegrierter CFK-Bauteile für eine Seitenleitwerk-Mittelschale oder einen Seitenleitwerk-Mittelkasten. Unter anderem spricht Bieling auch die komplexe Fertigung bei der sogenannten Modulkernentechnik an. In diesem Zusammenhang geht der Autor näher auf den Fertigungsablauf einer Seitenleitwerk-Mittelkastenschale ein, bei dem man die sortiert angelieferten CFK-Zuschnitte in Hautlagen und Bandagen unterteilt. Die Hautlagen werden manuell in Laminierformen eingelegt; die Bandagen in einem teilautomatisierten Prozeß um die sogenannten Modulkerne gewickelt. Bei den eingesetzten rechteckigen Modulkernen der Seitenleitwerks-Schalen werden mehrlagige Bandagen in einem Arbeitsgang um die Kerne gewickelt.

Der gesamte Wickelprozeß stellt hohe Anforderungen an ein ausreichend hohes und reproduzierbares Klebeverhalten der Prepregs. Dabei werden trapezförmige oder geometrisch komplexe Modulkern-Lage für Lage manuell bewickelt. Danach werden die bewickelten Modulkern-Lage in einer genau vorgegebenen Ordnung auf einem Drehgerüst aufgezellt. Dabei bilden die zwischen den aufgezellten Modulkernen liegenden Prepregs bei der Aushärtung die versteifende Innenstruktur der hochintegrierten CFK-Bauteile. Nach Abschluß eines sich anschließenden Laminiervorganges für die Hautlagen und Fixierung aller Modulkern-Lage rotiert das Drehgerüst dermaßen, daß alle Kerne nach unten hängen und das gesamte Drehgerüst auf die in der Laminierform liegenden Hautlagen abgesenkt wird. Nach Entriegelung der Kerne verbleiben diese auf der Laminierform und das Bauteil wird für den Aushärtungsvorgang vorbereitet. Nach erfolgter Aushärtung werden die Bauteile entformt. Dabei werden zunächst die Mittelteile der dreiteiligen Modulkern-Lage und danach die seitlichen Teile aus dem Bauteil gezogen. Nach der Entnahme aller Kernteile wird das Bauteil aus der Form gehoben und der mechanischen Bearbeitung zugeführt. Die Modulkern-Lage werden von Restharz befreit und erneut mit Trennmittel versehen. Die Laminierform wird gesäubert und mit Trennmittel versehen. In Fortsetzung vorgenannter

Schritte werden dann die individuellen Kernteile wieder zu einem Modulkern zusammengefügt und für den nächsten Wickelprozeß bereitgestellt. Sofern alle erwähnten Maßnahmen technologisch durchlaufen sind werden die Bauteile einer abschließenden mechanischen Bearbeitung (Umrißbearbeitung, Bohren, Fräsen) unterzogen, dem sich eine zerstörungsfreie Prüfung anschließt.

Die vorangestellten Betrachtungen verdeutlichen, daß – trotz aller genutzten Vorteile bei in Faserverbundbauweise eingesetzten Primärstrukturen (bspw. eines Seitenleitwerkes) am Flugzeug (Gewichtseinsparung, sehr gute spezifische Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften, verringerte Anzahl von Einzelkomponenten, korrosionsbeständige Bauteile) – weitere Verbesserungen bei der Herstellung derartiger Primärstrukturen (rationellere Fertigung mit geringerem werkzeuggestaltenden Aufwand bei gleichzeitiger Absicherung der (im Flugzeugbau üblichen) hohen technischen Forderungen) sinnvoll erscheinen, um den auch weitestgehend technischen und technologischen Herausforderungen beim Bau von zivilen Großraumflugzeugen zu genügen. Diesem Anliegen ist auch die Umsetzung von rationelleren Fertigungstechnologien bei der Realisierung versteifter Primärstrukturen aus Faserverbundwerkstoffen, die sich sowohl auf die Seitenleitwerk- als auch auf die Flügel-Herstellung eines Flugzeuges übertragen lassen, untergeordnet.

Es erscheint deshalb wichtig, bekannte Fertigungstechnologien zu effektivieren, um auf komplex gekrümmte Schalen bzw. Häute eine möglichst einfache Applikation von Stringern zu ermöglichen. Dabei ist es der Fachwelt bekannt, daß bei der Herstellung stringerversteifter Strukturen in Faserverbundbauweise bei der Anpassung der Steifen (Stringern) an die Schalen- bzw. Hautkrümmung ein Problem besteht, wonach vorgefertigte, bereits ausgehärtete Steifen bei einer zu starken erzwungenen Krümmung zu Montage-schwierigkeiten und Bauteilverzug führen. Nicht ausgehärtete Halbzeuge für die Steifen bedürfen bislang sehr aufwendiger und teurer Formwerkzeuge für die Aushärtung und Verbindung mit der Struktur. Die erwähnten Publikationen von Bieling und von Rouchon geben der Fachwelt darüber keine Auskunft, wie man die Fertigung komplex geformter, stringerversteifter Strukturen (Schalen, Häute) – bei gleichzeitiger Abstimmung des vorgenannten Problems – verbessern kann.

Demzufolge liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung einer stringerversteiften Schale in Faserverbundbauweise anzugeben, mit dem die Verwendung vorgefertigter, harter Materialzuschnitte, die zugleich als Formwerkzeug für die (exakt an die Krümmung angepaßten) Stringer bei der Bauteilfertigung und als tragende Elemente in der fertigen Struktur dienen, umgesetzt wird. Die Verwendung von komplizierten und kostenintensiven Formwerkzeugen für die Aushärtung ist gänzlich auszuschließen. Ein unerwünschter Bauteilverzug infolge einer mit dem Materialzuschnitt erzwungenen Krümmung ist vollkommen zu vermeiden.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 angegebenen Maßnahmen gelöst. In den weiteren Ansprüchen sind zweckmäßige Ausgestaltungen dieser Maßnahmen angegeben.

Die Erfindung ist in einem Ausführungsbeispiel anhand der Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 eine Platte mit Darstellung von herausgetrennten Streifen-Zuschnitten;

Fig. 2 ein Schalen-Formwerkzeug mit einem ihm umfänglich aufsitzenden Hilfsrahmen und innerhalb diesem auf einer Formteillhaut (einer Schale) angeordnetem Aufbau zur Herstellung einer stringerversteiften Schale in Faserverbundbauweise;

**Fig. 3** die Einzelheit X nach der **Fig. 2**.

Es wird eine Technologie für die Herstellung komplex geformter, stringerversteifter Schalen vorgestellt, mit der die Stringer auf einfache Weise und ohne zusätzliche (kostenintensive) Werkzeuge an die Krümmung einer Haut 6 (genauer: einer Formteilhaut), die aufgrund ihrer Zusammensetzung und ihres Aussehens nachfolgend (allgemein) auch als Schale bezeichnet wird, angepaßt werden. Die Herstellung von dermaßen umgesetzten stringerversteiften Schalen erfordert im Vergleich der – im Einleitungsteil vorgestellten Technologie(n) – weitaus weniger Aufwand.

Zunächst werden in einem vorgelagerten Arbeitsschritt aus einer bereits ausgehärteten harten Platte 4 aus faserverstärktem Material entsprechende Streifen-Zuschnitte 5 (sogenannte Blades) herausgetrennt, deren vordefinierte Krümmung man aus der Seitenansicht nach **Fig. 1** ersehen kann. Die Darstellung nach der **Fig. 1** vermittelt dem Betrachter eine Platte 4, aus der bereits die benötigten Streifen-Zuschnitte 5 herausgetrennt wurden. Es läßt sich nur die Seitenansicht der Streifen-Zuschnitte 5 erkennen.

Die vorgefertigten Streifen-Zuschnitte 5 werden darauf folgend dem Aufbau nach der **Fig. 2** integriert, mit dem im (nach Abschluß des letzten Verfahrensschrittes: ausgehärteten) Endzustand eine stringerversteifte Schale realisiert wird.

Der Aufbau nach **Fig. 2** zeigt ein stationär angeordnetes Schalen-Formwerkzeug 1, dessen Oberfläche eine vordefinierte Krümmung aufweist. Auf dieser Oberfläche wird eine zu versteifende gekrümmte Haut 6, die aus einem faserverstärkten Material besteht, abgelegt. Die Krümmung der Haut 6 ist der gekrümmten Oberfläche des Schalen-Formwerkzeuges 1 oberflächenkonform angepaßt. Diese Haut 6 kann bereits im ausgehärteten Zustand vorliegen, wobei auch die alternative Verwendung einer nicht ausgehärteten Haut 6 (Schale) möglich erscheint. Danach werden auf der Haut 6 mehrere harte Streifen-Zuschnitte 5 (Blades) in vertikaler Stellung positioniert, die mit einer ihrer (beiden) Schmalseiten 51 auf der Hautoberfläche aufliegen. Die Krümmung der hautaufliegenden Schmalseite 51 entspricht – bezogen auf die Streifen-Länge 1 des jeweiligen Streifen-Zuschnittes 5 – der Hautkrümmung, die – wegen der exakten Anpassung der Schalseite 51 des Streifen-Zuschnittes 5 an die Haut 6 – positionsgenau aufeinander abgestimmt werden. Das vertikale Positionieren der Streifen-Zuschnitte 5 kann beispielsweise maßgeblich durch einen am Umfang des Schalen-Formwerkzeuges 1 aufgesetzten Hilfsrahmen 2 unterstützt werden, dessen innenliegende Seiten umfänglich mehrere vertikal angeordnete und zueinander definiert beabstandete Schlitze 22 aufweisen, die der Wandung 21 des Hilfsrahmens 2 ausgenommen sind. In diese Schlitze 22 werden die Endbereiche der Streifen-Zuschnitte 5 (dem Vorbild eines Setzkastens entsprechend) eingeführt. Dadurch werden die Streifen-Zuschnitte 5, die parallel zueinander liegen, in ihrer vertikalen Lage (mit Hilfe des Hilfsrahmens 2) schmalseitig auf der Haut 6 fixiert. Darauf folgend wird zwischen den paarweise sich gegenüberliegenden Streifen-Zuschnitten 5 ein längsverlaufendes Versteifungsprofil 7 eingelegt, das gleichsam dem betreffenden außenliegenden (nahe der Wandung 21 des Hilfsrahmens 2 befindlichen) Streifen-Zuschnitt 5 anliegt.

Es handelt sich bei den Versteifungsprofilen 7 um faserverstärkte U- oder L-Profile, die (in Richtung der Streifenlänge 1 verlaufen und) aus faserverstärktem, nicht oder nur teilweise ausgehärtetem Material bestehen, die mit einem vertikal gerichteten Flansch (des U-Profiles) bzw. mit einem vertikal gerichteten Schenkel (des L-Profiles) an jeweils einer längsverlaufenden Breitseite 52 des Streifen-Zuschnittes 5 (angepaßt) anliegen. Der Flansch des U-Profiles bzw. der

Schenkel des L-Profiles, die (jeweils nach Wahl ihrer Verwendung als einzusetzendes Versteifungsprofil 7) den beiden Breitseiten 52 des jeweiligen Streifen-Zuschnittes 5 anliegen, verkörpern (allgemein betrachtet) einen Steg 72 des längsverlaufenden Versteifungsprofils 7.

Ein Stringer wird dabei jeweils aus zwei Stegen 72 des Versteifungsprofils 7 und dem zwischengeordneten und ihnen vertikal anliegenden Streifen-Zuschnitt 5 (gemäß dem Vorbild nach der **Fig. 3** an der Stelle X) nach erfolgter Aushärtung der (Matrix-) Elemente-Strukturen des Aufbaus gebildet. Sofern ein längsverlaufendes U-Profil als Versteifungsprofil 7 ausgewählt wird, liegen dessen beiderseitig sich vertikal erstreckende äußeren Flanschflächen formangepaßt den betreffenden Flächen der längsverlaufenden Breitseiten 52 zweier parallel und nebeneinander angeordneten Streifen-Zuschnitte 5 an. Die zwischen den Streifen-Zuschnitten 5 horizontal längsverlaufende und der Haut 6 aufliegende Fläche des U-Profiles befindet sich in einem der Hautkrümmung angepaßten Zustand. Es wird mit erwähnt, daß diese noch verformbaren U- oder L-Profile aus entsprechend vorgeformten vorimprägnierten Faserhalbzeugen (Prepregs) oder textilen Zuschnitten mit Harzfilm bestehen können.

Eine zusätzliche Fixierung des vorbereiteten (vorgenannten) Stringer-Aufbaus – vor der abschließenden Aushärtung der Struktur – kann (zusätzlich der vorerwähnten Maßnahmen) zwischen den parallel liegenden Streifen-Zuschnitten an bestimmten Stellen durch Verwendung von einem weiteren faserverstärkten oder metallischen Versteifungsprofil 3 kurzer Länge k, das vorzugsweise als U-Profil ausgeführt ist, geschehen. Es handelt sich dabei um vorgefertigte harte Hilfseinsätze, die zwischen den Stegen 72 des Versteifungsprofils 7 (den Innenseiten der Flansche des eingesetzten U-Profiles) an bestimmten Stellen eingepaßt werden, mit denen eine exakte Positionierung und horizontale Fixierung der versteifenden Profile (Stringer) zueinander gewährleistet wird. Diese (sogenannten) Hilfseinsätze werden (zwischen zwei Streifen-Zuschnitten 5) beabstandet angeordnet, wobei die Stege 72, 31 beider Versteifungsprofile 7, 3 einander anliegen. Durch diese setzkastenartige Verkeilung wird eine Verschiebung der nicht ausgehärteten Versteifungsprofile 7 in horizontaler Richtung praktisch ausgeschlossen. Dabei werden die dermaßen verkeiltten Hilfseinsätze (harten Zuschnitte) nach der Aushärtung der gesamten (Matrix-) Elemente-Struktur entweder [beispielsweise zur späteren Anbindung der Rippen (als Verbindungselemente)] fest mit dem Versteifungsprofil 7 verbunden und als tragende Elemente (Versteifungen) in der Struktur verbleiben oder wieder entfernt. Abschließend erfolgt das vakuumdichte Verpacken des gesamten (vorgeschilderten) Aufbaus und die Aushärtung der (Matrix-) Elemente-Struktur(en) durch Applikation von Druck und Wärme im Autoklav, infolge dessen die Struktur(en) des Aufbaus verkleben und aushärten. Die Formgebung der Stringer unter Beibehaltung der gewünschten Position erfolgt dabei durch die Fixierung an den bereits ausgehärteten Streifen-Zuschnitten 5 (Blades).

Bei der Aushärtung erfolgt auch die Verbindung der Streifen-Zuschnitte 5 mit den Stegen 72 der zuvor eingelegten längsverlaufenden Versteifungsprofile 7 (U- oder L-Profile). Danach werden das längsverlaufende Versteifungsprofil 7 mit dem betreffenden Streifen-Zuschnitt 5 und der Haut 6 (und ggf. auch die zusätzlich mit dem Versteifungsprofil 7 verkeiltten kurzen Hilfseinsätze 3) an der Auflagestelle im Verlaufe des Aushärtungsprozesses eine feste unlösbare mechanische Verbindung eingehen.

In der **Fig. 3** wird eine Einzelheit X dargestellt, die sich auf ein detaillierteres Abbild des Aufbaus auf der schalengewölbten Oberfläche des Schalen-Formwerkzeuges 1 an der

Stelle X bezieht. Die Fig. 3 bezieht sich auf einen im Querschnitt dargestellten Stringer-Endbereich (vor der Aushärtung der Matrix-Elemente-Struktur). Aus der Querschnitts-Abbildung kann man zwei vertikal gerichtete Schenkel der (hier) als Versteifungsprofile 7 eingesetzten L-Profile erkennen, die jeweils den beiden Breitseiten 52 eines vertikal und schmalseitig auf der Haut 6 (Formteihaut) positionierten Streifen-Profiles 5 anliegen. Bei dieser Darstellung wird die Krümmung der Haut 6 vernachlässigt. Bei Ersatz der gezeigten L-Profile durch entsprechende als Versteifungsprofile 7 eingesetzte U-Profile wird jeweils ein vertikal gerichteter Flansch des betreffenden U-Profils den Breitseiten anliegen.

Mit dem beschriebenen Verfahren (Ein-Schritt-Herstellung komplex geformter, stringerversteifter Schalen in Faserverbundbauweise) ist eine einfache Anpassung der Stringer an eine beliebig gekrümmte Haut 6 möglich. Ebenso ist eine Verwendung nicht-gradliniger Stringer denkbar. Vorrichtungen, die bislang zur Formgebung und Stützung der nicht ausgehärteten Struktur benötigt wurden, sind nicht mehr (im bisherigen Maß) erforderlich. Aufgrund des Wegfalls dieser Formwerkzeuge sinkt der anteilige Aufwand für Werkzeugherstellung, Entformungs- und Reinigungsaufwand deutlich ab. Nachträgliche Änderungen der Formteihaut-Wanddicken rufen wesentlich geringere Aufwände bei der Änderung der wenigen noch benötigten Formwerkzeuge hervor.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Schalen-Formwerkzeug
- 2 Hilfsrahmen (mit Schlitten 22 versehen)
- 21 Wandung (des Hilfsrahmens 2)
- 22 Schlitz, vertikal
- 3 Versteifungsprofil, kurz (sogenannter Hilfseinsatz)
- 31 Steg (des kurzen Versteifungsprofils 3)
- 4 Platte
- 5 Streifen-Zuschnitt (sogenannter Blade)
- 51 Schmalseite (des Streifen-Zuschnittes 5)
- 52 Breitseite (des Streifen-Zuschnittes 5)
- 6 Haut (sogenannte Schale), gekrümmt
- 7 Versteifungsprofil (längsverlaufend)
- 71 Seitenbereich (hautaufliegend)
- 72 Steg (des Versteifungsprofils 7)
- l Streifenlänge (des Streifen-Zuschnittes 5)
- a (konst.) Abstand (zwischen parallel angeordneten Streifen-Zuschnitten 5)
- k Länge (des weiteren Versteifungsprofils 3)
- X Einzelheit

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer stringerversteiften Schale in Faserverbundbauweise, zu dessen Umsetzung ein Schalen-Formwerkzeug (1) eingesetzt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf der gekrümmten Oberfläche des Schalen-Formwerkzeuges (1) eine an dessen Krümmung angepaßte und oberflächenkonforme faserverstärkte und harte Haut (6) abgelegt wird, daß danach wenigstens ein vertikal angeordneter faserverstärkter steifer Streifen-Zuschnitt (5) über die Streifen-Länge (1) mit einer Schmalseite (51) auf der Haut (6) positioniert wird, wobei dessen aufliegende Schmalseite (51) mit der Hautkrümmung übereinstimmt, daß daraufhin am Streifen-Zuschnitt (5) entlang der Streifen-Länge (1) jeweils zu beiden Breitseiten (52) ein längsverlaufendes, verformbares faserverstärktes Versteifungsprofil (7) angelegt wird, dessen

auf der Haut (6) aufliegender Seitenbereich (71) sich der Hautkrümmung anpaßt und auf der Haut (6) oberflächenkonform und unverschiebbar aufliegt, daß im Anschluß daran der gesamte Aufbau vakuumdicht verpackt wird und der externen Zufuhr von Druck und Wärme ausgesetzt wird, infolge dessen die Elemente-Struktur(en) des Aufbaus miteinander verkleben und aushärten, indem das Versteifungsprofil (7) im Verlaufe des Aushärtungsprozesses mit dem Streifen-Zuschnitt (5) und der Haut (6) eine feste und unlösliche mechanische Verbindung eingeht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Streifen-Zuschnitt (5) in einem vorgelagerten Arbeitsschritt aus einer bereits ausgehärteten faserverstärkten Platte (4) herausgetrennt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Streifen-Zuschnitte (5) auf der Haut (6) positioniert werden, die in den dafür vorgesehenen und am inneren Umfang eines Hilfsrahmens (2) des Schalen-Formwerkzeuges (1) verteilten vertikalen Schlitten (22), die sich paarweise gegenüberstehen, fixiert werden, wobei sich die vertikal aufgestellten und zueinander beabstandeten Streifen-Zuschnitte (5) im definierten Abstand (a) zueinander erstrecken.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen zwei Streifen-Zuschnitten (5) den in Längsrichtung verlaufenden und sich vertikal gegenüberstehenden Breitseiten (52) jeweils ein Steg (72) eines als U- oder L-Profil ausgeführten längsverlaufenden Versteifungsprofils (7) angelegt wird, wobei sich ein Stringer jeweils aus zwei Stegen (72) der U- oder L-Profile und dem zwischengeordneten und an ihnen vertikal anliegenden Streifen-Zuschnitt (5) nach erfolgter Aushärtung der Elemente-Strukturen des Aufbaus ergibt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine zusätzliche Fixierung der Stringer durch die Positionierung von wenigstens einem weiteren faserverstärkten Versteifungsprofil (3) kurzer Länge (k), das vorzugsweise als U-Profil ausgeführt ist, erreicht wird, das zwischen den Stegen (72) benachbarter längsverlaufender Versteifungsprofile (7) an bestimmten Stellen eingepaßt wird, wobei die Stege (72, 31) beider Versteifungsprofile (7, 3) einander anliegen.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an den beiden Breitseiten (52) des Streifen-Zuschnittes (5) jeweils ein aus bereits ausgehärtetem oder aus nur teilweise ausgehärtetem oder aus noch nicht ausgehärtetem Material bestehendes längsverlaufendes Versteifungsprofil (7) angelegt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Stegen (72) zweier benachbart längsverlaufender Versteifungsprofile (7) etwa im Auflagebereich, der der halben Profillänge entspricht, ein weiteres kurzes Versteifungsprofil (3) eingepaßt wird oder anderenfalls an der Profillänge verteilte weitere kurze Versteifungsprofile (3) eingepaßt werden, mit denen eine exakte Positionierung und Fixierung der Versteifungsprofile (7) zueinander gewährleistet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Aushärtung der Elemente-Struktur(en) weitere kurze Versteifungsprofile (3), die grundsätzlich aus einem bereits ausgehärteten und harten faserverstärkten Material bestehen, eingepaßt werden.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ausgehärtete und mit der Schmalseite (51) an die Hautkrümmung angepaßte harte Streifen-Zuschnitte (5) auf der Haut (6) positioniert werden und

danach den Breitseiten (52) entlang der Streifenlänge (1) an die Streifen-Zuschnitte (5) nicht oder nur teilweise ausgehärtete längsverlaufende Versteifungsprofile (7) exakt angepaßt werden und darauffolgend die Aushärtung des allseitig vakuumverpackten Aufbaus durch Applikation von Wärme und Druck erreicht wird, wobei die Streifen-Zuschnitte (5) zugleich als Formwerkzeug und nach der Verbindung mit den längsverlaufenden Versteifungsprofilen (7), die sich während des Aushärtungsprozesses den Streifen-Zuschnitten (5) anpassen, als tragende Struktur einer stringerversteiften Struktur dienen.

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die als Faserhalbzeug oder als mit einem Harzfilm versicherer Textilizuschnitt ausgebildeten längsverlaufenden Versteifungsprofile (7), die in einem vorgelegerten Arbeitsschritt entsprechend vorgeformt und vorimprägniert werden, durch die Applikation mit Wärme unter Druck noch verformt werden.

11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem Schalen-Formwerkzeug (1) umfänglich ein Hilfsrahmen (2) aufgesetzt wird und die Endbereiche des vertikal angeordneten Streifen-Zuschnittes (5) jeweils innerhalb von der Wandung (21) des Hilfsrahmens (2) vertikal ausgenommenen Schlitzzen (22), die sich dem eingerahmten Bereich der Haut (6) zuwenden und paarweise gegenüberstehen, fixiert werden.

12. Verfahren nach den Ansprüchen 4 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Streifen-Zuschnitte (5) in einem Abstand (a), der durch den Abstand der Schlitzze (22) im Hilfsrahmen (2) definiert wird, zueinander aufgestellt werden.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

35

40

45

50

55

60

65

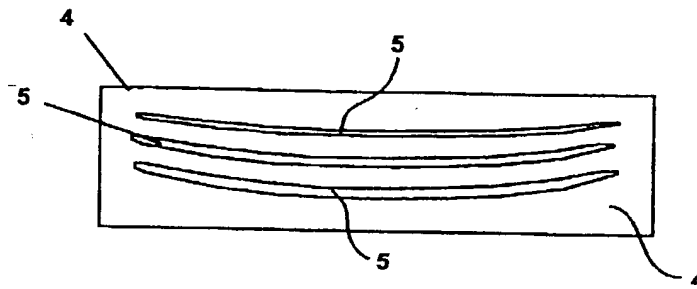
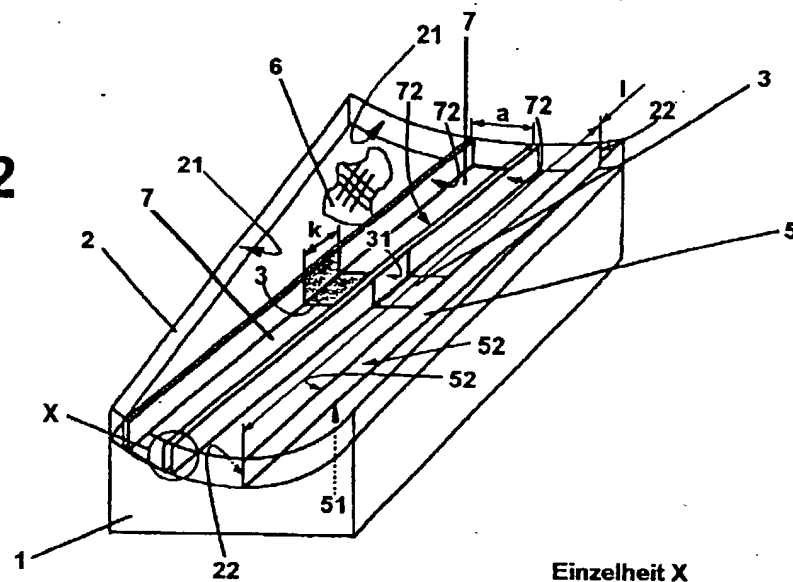


Fig. 1

Fig. 2



Einzelheit X

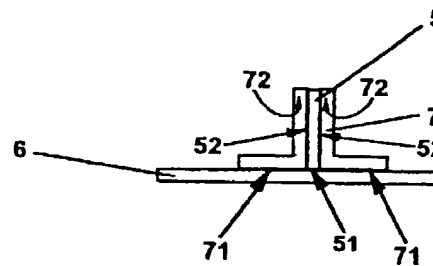


Fig. 3